УДК 004.9:621.382:681.518

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ RFID У КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Кучер Микита Євгенович, студент; Бешта Дмитро Олександрович, к.т.н., доцент;
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»;
Україна, Дніпро;
kucher.m.y@nmu.one; ORCID: 0000-0003-2848-2737

Анотація. *У роботі проведено аналіз сучасного стану та перспектив розвитку інформаційних систем на основі технології радіочастотної ідентифікації (RFID). Визначено основні напрями її застосування в промисловості, сфері послуг та охороні здоров'я. Розглянуто новітні розробки, зокрема поєднання RFID з NFC та використання пасивних RFID-сенсорів для вимірювання параметрів середовища. Окрему увагу приділено ролі RFID у складі комп'ютерних інформаційно-вимірювальних систем, де вона забезпечує автоматизований збір, обробку та передачу даних від сенсорних елементів до аналітичних модулів. Отримані результати підтверджують високу ефективність, гнучкість і перспективність практичного впровадження RFID у сучасні та майбутні інформаційні системи.*

Ключові слова: *радіочастотна ідентифікація; інформаційні системи; перспективи розвитку, інформаційно-вимірювальні системи.*

Радіочастотна ідентифікація, також відома під англомовною назвою «Radio Frequency Identification (RFID)», є однією з технологій, що широко відома в сучасності завдяки популяризації рішень на основі принципів безконтактної передачі інформації. Масове застосування створює враження новизни цієї технології. Але фактично, згідно з історичними даними [1], радіочастотна ідентифікація виникла і розвивалась ще за часів електромеханічних інформаційних систем. Якщо ж розглядати цю технологію в контексті сучасності з наявним історичним контекстом, то виникає ряд питань щодо становища рішень на основі RFID. Перш за все, доцільно розглянути сучасний стан технології RFID у сфері рішень для інформаційних систем та можливості модернізації існуючих розробок відповідно до вимог сучасності. Наступним аспектом є аналіз перспектив подальшого розвитку рішень із використанням RFID, а також оцінка загальних тенденцій еволюції самої технології.

Актуальність поставлених питань переважно аргументується через призму сучасних тенденцій в сферах інформаційних систем та технологій. Інтенсивність появи нових технічних рішень та темпи модифікації старих розробок під сучасні вимоги створює умови, в яких неконкурентноспроможні та негнучкі до змін технології втрачають свою актуальність та виходять з експлуатації в прискореному порядку. Поряд із традиційними напрямами використання, технологія RFID відіграє важливу роль у складі комп'ютерних інформаційно-вимірювальних систем (ІВС), де вона забезпечує автоматизований збір, обробку та передачу даних про фізичні об'єкти й параметри середовища.

Таким чином висунуті питання є свого роду аналізом спроможності реалізацій на основі технології RFID до подальшого розвитку з метою збереження власної актуальності в сфері ІС. Отже, метою дослідження, з огляду на описану проблематику та зазначену

актуальність, є визначення та огляд актуального стану та перспективи розвитку майбутніх напрямів рішень, що базуються на RFID-технологіях.

Сучасний стан розробок на основі RFID характеризується широким спектром вже існуючих рішень. Одним із найдавніших і водночас найпоширеніших напрямів використання RFID є його застосування в інформаційних системах (ІС) управління ланцюгами постачання [2]. Найефективнішого використання RFID набув саме в системах інвентаризації та контролю продукції, що в сумі оптимізує кількість ручної праці, зменшує ризики втрати виробів, та забезпечує динамічне відслідковування наявності продукції. Згадуючи динамічне відслідковування, неможливо не згадати ІС відслідковування стану доставки продукції за RFID-маркуванням вантажу [2]. З інших прикладів сучасних рішень на основі RFID можна додати реалізацію автоматичного виробництва на конвеєрах, де за RFID-мітками на базових компонентах визначається набір деталей, що повинні використовуватися під час складання [2]. Сучасні технології з використанням RFID поширені не тільки в промисловості, а і в повсякденних сферах життя споживачів. Так, технологія RFID активно впроваджується в інформаційні системи сфери послуг, де вона використовується як за аналогією з системами управління ланцюгами постачання, так і для реалізації унікальних рішень, специфічних саме для цієї галузі. Демонстративним прикладом є формування явища самообслуговування в таких установах як бібліотеки [3]. Альтернативним прикладом сучасного становища RFID в наближених до повсякденних реалій ІС є використання розробок в сфері охорони здоров'я [4], де ІС з RFID набули широкого використання при відстеженням стану пацієнтів в реальному часі.

Сучасний стан розвитку технологій на основі RFID також включає інноваційні рішення, які вже досліджені, але ще не набули широкого практичного застосування. Однією з останніх розробок цього напрямку є транспондер невеликого масштабу, що комбінує використання технологій Ultra High Frequency RFID та Near Field Communication [5]. Ключовими перевагами даної розробки є її компактність, універсальність, та доступність для масового виробництва. Особливий наголос робиться саме на компактності, оскільки, як правило, низькочастотні технології використовують громіздкі антени, чого явно вдалося уникнути під час реалізації даної розробки. Не меншу цікавість становлять і розробки на основі RFID для отримання замірів фізичних характеристик середовища, що ставлять у приоритет точність та фінансову доступність для масового виробництва. З останніх досягнень значною популярністю користуються саме датчики температури на основі пасивної радіочастотної ідентифікації [5, 6].

Перспективи подальшого розвитку інформаційних систем на основі RFID здебільшого визначаються поточними тенденціями технологічного вдосконалення та, частково, прогнозними оцінками. Якщо взяти до уваги попередньо загадані стани сучасних розробок, то майбутнє RFID та відповідних ІС переважно зводиться до оптимізації фізичних реалізацій за умов уникнення зниження ефективності та підвищення вартості рішень. За економічними прогнозами зі зросту ринку RFID-технології [7] можна охарактеризувати перспективи майбутнього розвитку стабільно зростом попиту на фоні поширеного використання рішень на основі RFID. Подальші дослідження у сфері RFID-технологій тісно пов'язані з інтеграцією в екосистему Інтернету речей (IoT), використанням технологій штучного інтелекту (AI) для аналітики зібраних даних, а також розвитком енергонезалежних сенсорних систем на базі пасивних RFID-міток. Очікується, що у майбутньому такі рішення дозволять створювати інтелектуальні вимірювальні платформи з функціями самодіагностики, адаптивного управління та прогнозування технічного стану об'єктів.

Висновок. У ході проведеного дослідження було визначено сучасний стан, тенденції та перспективи розвитку інформаційних систем, що базуються на технології радіочастотної ідентифікації. Аналіз сучасного стану за існуючими рішеннями показав, що RFID-технологія вже має широке впровадження у промислових ІС, зокрема в ланцюгах постачання, інвентаризації, контролі продукції та логістиці. Це забезпечує автоматизацію процесів, зменшення впливу людського фактору, оптимізацію ресурсів і підвищення точності обліку. Аналіз сучасного стану на основі новітніх розробок виявив активний розвиток компактних та комбінованих RFID-пристроїв. Такі рішення орієнтовані на універсальність, енергоефективність і здешевлення виробництва. Перспективи розвитку технології RFID полягають у подальшій мініатюризації пристроїв, зниженні вартості реалізацій, розширенні функціональності та інтеграції з іншими технологіями. Економічні прогнози підтверджують стабільне зростання попиту на рішення з використанням RFID у найближчі роки. Отже, RFID-технологія поступово переходить від ролі допоміжного засобу ідентифікації до ключового елемента комп'ютерних інформаційно-вимірювальних систем нового покоління, що забезпечують глибоку інтеграцію між фізичними процесами та цифровими моделями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Roberti M. (2005, January 16). The history of RFID technology. RFID Journal. https://surl.li/wblfha

[2] Agarwal, V., & Ankolikar, S. (2022). Deployment of RFID sensors in supply chain management: A review. Journal of Mechatronics and Artificial Intelligence in Engineering. https://doi.org/10.21595/jmai.2022.22565

[3] Agrawal, P., Prajapati, A., & Parmar, S. (2024). The integration and impact of RFID technology in modern libraries. In Advances in Library and Information Science: A Comprehensive Guide (pp. 33-45). Associated Publishing House.

[4] Abugabah, A. J., Al Smadi, A., & Houghton, L. (2023). RFID in healthcare: A review of the real-world application in hospitals. Procedia Computer Science, 220, 8-15. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.03.004

[5] Costa, F., Genovesi, S., Borgese, M., Michel, A., Dicandia, F. A., & Manara, G. (2021). A review of RFID sensors, the new frontier of Internet of Things. Sensors, 21(9), 31-38. https://doi.org/10.3390/s21093138

[6] Design and application of passive RFID tag-based temperature measurement system with communication range of one hundred meters. Retrieved from https://surli.cc/iezejy

[7] Grand View Research. Radio frequency identification (RFID) technology market analysis. Retrieved from https://surl.li/imwtun

Kucher M.E., Beshta D.O.

Current State and Prospects for the Development of RFID-Based Solutions in Computerized Information and Measurement Systems

Abstract. *The paper presents an analysis of the current state and development prospects of information systems based on Radio Frequency Identification (RFID) technology. The main areas of its application in industry, the service sector, and healthcare are identified. Recent innovations are considered, including the combination of RFID with NFC and the use of passive RFID sensors for measuring environmental parameters. Special attention is paid to the role of RFID within computerized information and measurement systems, where it enables automated collection, processing, and transmission of data from sensor elements to analytical modules. The results obtained confirm the high efficiency, flexibility, and promising potential of practical RFID implementation in both current and future information systems.*

Keywords: *radio frequency identification; information systems; future prospects, information and measurement systems.*